

(11)特許出願公開番号
特開2002-41143
(P2002-41143A)

(43)公開日 平成14年2月8日(2002.2.8)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 5 B 23/02	3 0 2	G 0 5 B 23/02	3 0 2 Z 2 G 0 6 4
F 0 4 B 49/10	3 3 1	F 0 4 B 49/10	3 3 1 J 3 H 0 4 5
51/00		51/00	3 H 0 6 5
G 0 1 H 3/08		G 0 1 H 3/08	5 H 2 2 3
// F 1 6 K 37/00		F 1 6 K 37/00	F
審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 8 頁)			

(21)出願番号 特願2000-231590(P2000-231590)

(22)出願日 平成12年7月31日(2000.7.31)

(71)出願人 000003285

千代田化工建設株式会社
神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央2丁目12番
1号

(72) 發明者 磯部 博司

神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央二丁目12番
1号 千代田化工建設株式会社内

(72)発明者 岡田 一英

神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央二丁目12番
1号 千代田化工建設株式会社内

(74) 代理人 100091443

弁理士 西浦 ▲嗣▼暗

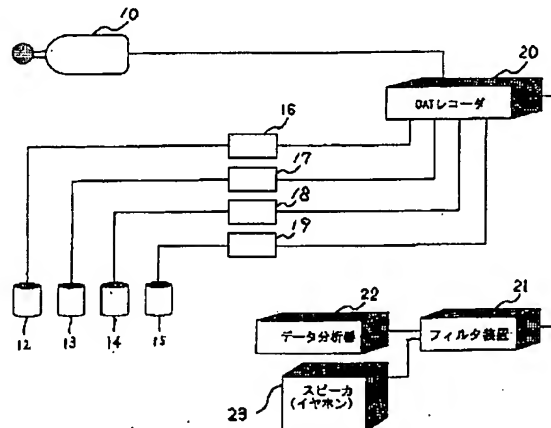
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動作部の異常診断方法及び圧縮機のパルプ異常診断方法

(57) 【要約】

【課題】 音響信号に基づいて複数の動作部の異常を個別に診断することができる動作部の異常診断方法を提供することにある。

【解決手段】 マイクロフォン１０により得た音響信号をデータレコーダ２０に記録する。フィルタ装置２１において、音響信号をフィルタ処理して、複数の動作部のうち少なくとも１つの動作部から出る音の周波数成分に対応する１種以上の音響波形が明確に現れた１以上のフィルタ処理信号を得る。データ分析器２２は、音響波形に基づいて各動作部における異常の発生を判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の動作部を有する機器から発生する音をマイクロフォンで音響信号に変換し、前記音響信号に基づいて前記複数の動作部の異常を診断する方法であって、

前記音響信号をフィルタ処理して時間軸上に前記少なくとも1つの動作部から出る音の周波数成分に対応する1種以上の音響波形が明確に現れた1以上のフィルタ処理信号を生成し、

前記複数の動作部からそれぞれ発生する音の前記時間軸上のタイミングを特定し、

前記タイミングに基づいて前記1以上のフィルタ処理信号から診断の対象とする動作部から発生している音の周波数成分に対応する前記音響波形を特定し、

前記音響波形に基づいて前記診断の対象とする動作部に異常が発生しているか否かを診断することを特徴とする動作部の異常診断方法。

【請求項2】 複数の動作部を有する機器から発生する音をマイクロフォンで音響信号に変換し、前記音響信号に基づいて前記複数の動作部の異常を診断する方法であって、

前記音響信号をフィルタ処理して時間軸上に前記少なくとも1つの動作部から出る音の周波数成分に対応する複数種類の音響波形が明確に現れた1つのフィルタ処理信号を生成し、

前記複数の動作部からそれぞれ発生する音の前記時間軸上のタイミングを特定し、

前記タイミングに基づいて前記フィルタ処理信号から診断の対象とする動作部から発生している音に対応する前記音響波形を特定し、

前記音響波形に基づいて前記診断の対象とする動作部に異常が発生しているか否かを診断することを特徴とする動作部の異常診断方法。

【請求項3】 n 個の動作部を有する機器から発生する音をマイクロフォンで音響信号に変換し、前記音響信号に基づいて前記 n 個の動作部の異常を診断する方法であって、

前記 n 個の動作部にそれぞれ対応した n 個所の測定位置に前記マイクロフォンを配置して n 種類の前記音響信号を採取し、

前記 n 種類の音響信号のそれぞれについてフィルタ処理をして時間軸上に対応した前記動作部から出る音の周波数成分に対応する音響波形が明確に現れた n 種類のフィルタ処理信号を生成し、

前記 n 種類のフィルタ処理信号に含まれる前記音響波形に基づいて対応した前記動作部に異常が発生しているか否かを診断することを特徴とする動作部の異常診断方法。

【請求項4】 前記複数の動作部のそれぞれが予め正常な状態において得られる前記音響波形を基準音響波形と

し、

前記基準音響波形と前記フィルタ処理信号に含まれる前記音響波形との比較により、前記診断の対象とする動作部に異常が発生しているか否かを診断することを特徴とする請求項1、2または3に記載の動作部の異常診断方法。

【請求項5】 前記複数の動作部のそれぞれが予め正常な状態において得られる前記音響波形を基準音響波形とし、

前記基準音響波形と前記フィルタ処理信号との相関関数を求めて、該相関関数から前記診断の対象とする動作部に異常が発生しているか否かを診断することを特徴とする請求項1、2または3に記載の動作部の異常診断方法。

【請求項6】 前記音響波形の振幅の変化、振幅の平均値の変化、振幅のピーク値の変化、抽出に要したフィルタの周波数帯域幅の変化、抽出に要したフィルタの遮断周波数の変化、前記音響波形の減衰傾向、前記音響波形の発生時間間隔の変化及び基準音響波形と前記音響波形との相関関数の少なくとも1つに基づいて前記診断の対象とする動作部に異常が発生しているか否かを診断することを特徴とする請求項1、2または3に記載の動作部の異常診断方法。

【請求項7】 所定の時間間隔で開閉する複数のバルブを備えた圧縮機の前記複数のバルブの異常を診断するために、請求項1、2、3、4または5に記載の方法を用いることを特徴とする圧縮機のバルブ異常診断方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、バルブ等の複数の動作部を有する機器から発生する音をマイクロフォンで音響信号に変換し、音響信号に基づいてバルブ等の複数の動作部の異常を診断する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】音響信号に基づいて複数の動作部の異常を診断する従来の方法では、音響信号の周波数軸上におけるスペクトルの波形を観察し、このスペクトルの波形の変化に基づいて動作部の異常を診断していた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来の診断方法では、複数の動作部のいずれかにおいて異常が発生していることは分かっても、複数の動作部のうちのどの動作部において異常が発生しているかが分からなかった。したがって個々の動作部について、個別の異常診断をすることはできなかった。なお振動センサを個々の動作部の近傍に設置して個々の動作部の異常を検出することも考えられた。しかしながら、振動センサを用いる方法では、振動センサを複数の動作部に個々に設置しなければならず、そのため総合監視やメンテナンスにこの方法を用いることは不利な場合があった。

【0004】本発明の目的は、音響信号に基づいて複数の動作部の異常を個別に診断することができる動作部の異常診断方法を提供することにある。

【0005】本発明の他の目的は、音響信号に基づいて複数のバルブの異常を個別に診断することができる圧縮機のバルブ異常診断方法を提供することにある。

【0006】本発明の他の目的は、音響信号に基づいて複数の動作部の異常を個別に且つより正確に診断することができる動作部の異常診断方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、複数の動作部を有する機器から発生する音をマイクロフォンで音響信号に変換し、この音響信号に基づいて複数の動作部の異常を診断する方法を改良の対象とする。このような機器としては、例えば圧縮機があり、圧縮機の動作部のうち定期的に交換が必要な部品はバルブである。そこでこのようなバルブの異常診断にも本発明は適用される。使用するマイクロフォンは、どのようなものでもよいが、集音段階で外乱をできるだけ除去しておくのが好ましい。そのためには、例えばラッパ状の集音器の中心部にマイクが配置された指向性のあるパラボラマイクロフォンや、その他の指向性マイクロフォン等を用いるのが好ましい。

【0008】本発明においては、基本的には、音響信号をフィルタ処理して時間軸上に少なくとも1つの動作部から出る音の周波数成分に対応する1種以上の音響波形が明確に現れた1以上のフィルタ処理信号を生成する。

【0009】1つの音響信号内に、1つの動作部から出る音の周波数成分が含まれている場合には、複数の動作部の数と同じ数の音響信号を処理することになる。音響信号内に複数の動作部から出る音の周波数成分がすべて含まれる場合には、1つの音響信号だけをフィルタ処理して得たフィルタ処理信号を用いる。本発明で用いるフィルタ処理は、その音響信号に含まれる少なくとも1つの動作部から出る音の周波数成分に対応する1種以上の音響波形を顕在化することにある。したがって使用するフィルタの帯域幅は、診断の対象となる動作部に応じて異なってくる。例えば、圧縮機の場合、使用するバルブが形式が同じものであっても、バルブの取付状態、バルブプレートの状態、そして周囲の温度状況に応じて、バルブの部分（動作部）から発生する音は、異なってくる。したがってフィルタ処理によって各動作部から生じる音の周波数成分に対応する音響波形を健在化するためには、理想的には各動作部毎にフィルタ処理に用いるフィルタの帯域を特定するのが好ましい。1つの音響信号中に2以上の動作部から出る音の周波数成分が含まれる場合には、それらの周波数成分に対応する2種以上の音響波形をある程度それぞれ健在できるようなフィルタの帯域を特定するのが好ましい。

【0010】診断の対象となる動作部に近い位置にマイクロフォンを置いてその動作部にマイクロフォンを指向させて音響信号を得た場合で、フィルタ処理信号中に1つの動作部から生じる音の周波数成分に対応する音響波形しか存在しない場合には、音響信号と測定場所とを関連付けて特定しておけば、その音響波形から対応する動作部の状態を把握することはできる。しかしながら機器からある程度離れた位置で測定した音響信号の中には複数の動作部からの音が含まれているため、どの音響波形がどの動作部からの音に対応するものかを特定することが難しい。そこでこのような特定を容易にするためには、予め複数の動作部からそれぞれ発生する音の時間軸上のタイミングを特定する。そしてこのタイミングに基づいて1以上のフィルタ処理信号から診断の対象とする動作部から発生している音の周波数成分に対応する音響波形を特定する。タイミングの特定は、種々の方法により行うことができる。例えば、最初に一度だけ複数の動作部から発生する振動を検出する複数の振動検出センサを複数の動作部に対応して設ければ、複数の振動検出センサの出力に基づいてタイミングを決定することができる。複数の振動検出センサの出力からは、時間軸上における複数の動作部の動作タイミングを知ることができる。動作部の動作順序が分かっているならば、この場合すべての動作部に振動センサを設ける必要はなく、1つの動作部に振動センサを設けるだけでも、他の動作部の動作タイミングを知ることができる。また軸にエンコーダ等の回転検出器を設けて、回転検出器からの出力によりタイミングを決定してもよい。

【0011】この動作タイミングと複数の動作部からそれぞれ発生する音の時間軸上のタイミングは一致する。よってこのようにすれば診断の対象とする動作部からそれぞれ発生する音の時間軸上のタイミングを知ることができる。本発明では、このようにして特定した音響波形に基づいて診断の対象とする動作部に異常が発生しているか否かを診断する。これにより音響信号に基づいて複数の動作部の状態を個別に知ることができて、各動作部に異常が発生したか否かを簡単に診断することができる。

【0012】例えば、基準音響波形と音響波形とを用いて異常の診断をすることが考えられる。その場合には、まず複数の動作部のそれぞれが予め正常な状態において得られる音響波形を基準音響波形とし記録しておく。そして基準音響波形とフィルタ処理信号に含まれる音響波形との比較により、診断の対象とする動作部に異常が発生しているか否かを診断すればよい。

【0013】その他にも音響波形に基づく診断の方法は、種々考えられる。例えば、音響波形の振幅の変化、振幅の平均値の変化、振幅のピーク値の変化、抽出に要したフィルタの周波数帯域幅の変化、抽出に要したフィルタの遮断周波数の変化、音響波形の減衰傾向、音響波

形の発生時間間隔の変化及び基準音響波形と音響波形との相関関数の少なくとも1つに基づいて診断の対象とする動作部に異常が発生しているか否かを診断することができる。

【0014】本発明の方法を用いて、所定の時間間隔で開閉する複数のバルブを備えた圧縮機の複数のバルブの異常を診断すると、従来、異常が発生していないバルブでも定期的に交換していた保守作業を行わずに、異常が発生したバルブだけを交換することができるので、保守にかかる費用を大幅に低下させることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1(A)は、本発明により動作部の異常診断をする往復圧縮機の構成の概念図を示しており、図1(B)は1本のシリンダに対して配置される4つのバルブまたは弁(2つの吸入弁と2つの吐出弁)の位置関係を示す概略図である。図1(A)に示すように、この圧縮機は1つのモータ1を駆動源として4本のシリンダ2〜5が動作するように構成されている。シリンダ2〜5のそれぞれには、2つの吸入弁6及び7と2つの吐出弁8及び9とが配置されている。各シリンダの内部では、通常5乃至10Hzのサイクルでピストンがクランク側とヘッド側との間を往復移動し、このピストンの往復移動に応じて4つの弁6乃至9が順番に開閉することによって、吸入された流体が圧縮されて吐出される。なおこの往復圧縮機の構造は公知であるため詳細な説明は省略する。

【0016】図2は本発明の方法の実施の形態の一例を実施するために用いる装置の構成を概略的に示した図である。本発明では、図1に示した圧縮機(機器)のバルブ(吸入弁6及び7と吐出弁8及び9)の異常を音響信号を用いて検出するために、音を音響信号に変換するマイクロフォン10を用いる。このマイクロフォン10としては、集音段階で外乱をできるだけ除去することができるように、ラッパ状の集音器の中心部にマイクが配置された指向性のあるパラボラマイクロフォンを用いている。マイクロフォン10は、固定式でもよいが、費用を安くするためには、可搬式のマイクロフォンを用いる。図1(A)及び(B)は、の黒丸P1乃至P11は可搬式のマイクロフォン10により集音する場合のマイクロフォン10の配置位置の例を示している。なおマイクロフォン10は、機器とは非接触状態で配置される。

【0017】この例では、タイミングを測定するために、例えば1本のシリンダ2の4つのバルブ(吸入弁6及び7と吐出弁8及び9)に対して加速度センサ等からなる振動検出センサ12〜15を備えている。振動検出センサ12〜15は、図1(B)に四角形のマークで示した位置で、機器の外面上に接触状態で配置される。この例では、振動検出センサ12〜15の出力を、時間軸上における1本のシリンダ2の4つのバルブ即ち吸入弁

6及び7と吐出弁8及び9(複数の動作部)の動作タイミングを知るために用いる。振動検出センサ12〜15の出力はアンプ16〜19を介してデータを記録するデータレコーダ(DATレコーダ)20に記録される。またデータレコーダ20には、前述のマイクロフォン10により変換した音響信号も記録される。なおこのデータレコーダ20もマイクロフォン10と同様に、可搬式のものであり、作業員が測定現場で持参する。なおこのデータレコーダ20は、アナログまたはデジタルのいずれにより、データを記録してもよい。しかしこの例では、データ処理にコンピュータを用いるため、すべてのデータはデータレコーダ20に内蔵するA/D変換器を用いてデジタル信号に変換されてデジタル形式で記録されている。

【0018】図2の例では、データレコーダ20とフィルタ装置21とが配線で接続されているが、この状態はデータ採取後にデータ分析器22で分析を行う場合の接続を示している。フィルタ装置21では、まずデータレコーダ20に記録した音響信号をフィルタ処理して時間軸上に4つの弁(複数の動作部)のうち少なくとも1つの弁(動作部)から出る音の周波数成分に対応して音響波形を顕在化する。

【0019】図3は図1(A)の位置P1にマイクロフォン10を設置して同時に4つの弁6〜9から発生する音を集音した音響信号をフーリエ変換して周波数軸上のパワースペクトル(音圧スペクトル)として示した図の一例である。この図の縦軸は音圧である。本発明においては、図3においては(1)乃至(3)で示した帯域に相当する周波数帯域成分をフィルタ処理により時間軸上の音響波形として顕在化する。

【0020】なお1つの音響信号内に、1つの弁から出る音の周波数成分しか含まれていない場合には、4つの弁の数と同じ数の音響信号を測定する必要がある。しかし4つの弁から出る音の周波数成分がすべて含まれる1つの音響信号であれば、1つの音響信号だけをフィルタ処理すればよい。

【0021】フィルタ装置21で使用するフィルタの帯域幅は、診断の対象となる弁に応じて異なってくる。図4(A)はフィルタ処理前の音響信号を時間軸上に表した時間波形の一例である。そして図4(B)は、フィルタ処理により時間軸上に1つの弁から出る音の周波数成分に対応する1種の音響波形AWが明確に現れたフィルタ処理信号の一例を示している。そして図4(C)は、図2の振動検出センサ12〜15の出力のうち、図4(B)に示された音響波形AWの発生源となる弁に対応して設けられた振動検出センサの一つの出力即ち振動信号の時間波形を示している。この振動信号により弁の動作タイミングを知ることができるので、図4(B)に示された音響波形AWの発生源となる弁の特定は簡単に行える。

【0022】例えば、圧縮機の場合、使用するバルブ即ち弁の形式が同じものであっても、バルブの取付状態、バルブプレートの状態、そして周囲の温度状況、異物の挟み込み等に応じて、弁の部分（動作部）から発生する音は、異なってくる。したがってフィルタ処理によって各弁から生じる音の周波数成分に対応する音響波形を健在化するためには、理想的には各弁毎にフィルタ処理に用いるフィルタの帯域を特定するのが好ましい。1つの周波数帯域成分中に2以上の弁から出る音の周波数成分が含まれる場合には、それらの周波数成分に対応する2種以上の音響波形をある程度それぞれ健在できるようにフィルタの帯域を特定することになる。

【0023】図5（1）乃至（9）を用いて、フィルタ処理におけるフィルタの帯域の選択を説明する。図5（1）乃至（3）は、3種類の帯域の異なるフィルタの帯域特性をそれぞれ示している。図5（4）及び（5）はそれぞれ図2の振動検出センサ12～15から得た1つの吸入弁の振動を検出した吸入弁振動信号と1つの吐出弁の振動を検出した吐出弁振動信号である。そして図5（6）は、フィルタ処理前の音響信号の時間波形である。この音響信号には、吸入弁と吐出弁の2つの弁から出る音の周波数成分が含まれている。図5（7）は、図5（6）の音響信号に図5（1）の特性を有するフィルタを用いてフィルタ処理を施した後のフィルタ処理信号を示している。図5（7）の状態では、使用したフィルタの帯域が不適切であるため、2種の音響波形を健在できていない。図5（8）は、図5（6）の音響信号に図5（2）の特性を有するフィルタを用いてフィルタ処理を施した後のフィルタ処理信号を示している。図5（8）の状態では、使用したフィルタの帯域が適切であるため、吸入弁から出る音の周波数成分に対応する音響波形AW1が健在化できている。また図5（9）は、図5（6）の音響信号に図5（3）の特性を有するフィルタを用いてフィルタ処理を施した後のフィルタ処理信号を示している。図5（9）の状態では、使用したフィルタの帯域が適切であるため、吐出弁から出る音の周波数成分に対応する音響波形AW2が健在化できている。このように弁に応じてフィルタ処理で用いるフィルタの帯域を適宜に選択することにより、弁から発生する音の周波数成分に対応する音響波形を容易に健在化できる。

【0024】本発明を用いて、1つの音響信号から4つの弁から発生する音の周波数成分に対応する4つの音響波形を健在化する場合について、図6を用いて説明する。図6（1）乃至（4）は、それぞれ図2の振動検出センサ12～15から得た4つの弁6～9の近傍から得られた振動信号である。これらの振動信号により各弁の動作タイミングが分かる。図6（5）は、1つの音響信号から得た4つの弁からの音の周波数成分を含む1つの音響信号に対して最適なフィルタの帯域を選択してフィルタ処理を実施して得られたフィルタ処理信号である。

このフィルタ処理信号には、4つの弁から発生する音の周波数成分に対応した音響波形AW1～AW4が健在化されている。音響波形AW1は、図6（1）～（4）の動作タイミングから分かるように、吸入弁1の動作状態を示しており、音響波形AW2は、図6（1）～（4）の動作タイミングから分かるように、吐出弁2の動作状態を示しており、音響波形AW3は、図6（1）～（4）の動作タイミングから分かるように、吸入弁2の動作状態を示しており、音響波形AW4は、図6（1）～（4）の動作タイミングから分かるように、吐出弁1の動作状態を示している。

【0025】なおマイクロフォン10を図1（B）の位置P10～P13のそれぞれの位置に配置して各弁に対応した4つの音響信号を得て、それぞれの音響信号に対してフィルタ処理を施せば、音響信号の種類から弁が特定できるため、動作タイミングが分からなくても、診断に必要な音響波形を得ることができる。また例えば図1（A）に示した位置P1の位置にマイクロフォンを設置した場合には、その位置で測定した音響信号には複数の弁から発生する音の周波数成分が含まれることになる。

【0026】本実施の形態においては、データ分析器22により、このようにして抽出した音響波形に基づいて診断の対象とする弁（動作部）に異常が発生しているか否かを診断する。これにより音響信号に基づいて複数の弁の状態を個別に知ることができて、各弁に異常が発生したか否かを簡単に診断することができる。なおスピーカ23は、音で動作タイミングを確認するために用いられている。

【0027】音響波形に基づく診断の方法は、種々考えられる。例えば、図6（5）に示すように各音響波形間の発生時間間隔T1～T4の変化から異常診断をすることができる。また音響波形の振幅の変化、振幅の平均値の変化、振幅のピーク値の変化、抽出に要したフィルタの周波数帯域幅の変化、抽出に要したフィルタの遮断周波数の変化、音響波形の減衰傾向及び基準音響波形と音響波形との相関関数（診断要素）の少なくとも1つに基づいて診断の対象とする動作部に異常が発生しているか否かを診断することができる。なおこれらの診断をする場合には図7に示すように、音響信号の測定実施日（横軸）に対して上記の診断要素（縦軸）が上限の判定閾値と下限の判定閾値との間にあるときには、正常と判断し、この閾値の領域を外れた場合に、異常が発生したと判定することができる。

【0028】上記の診断要素のうち、基準となる音響波形即ち基準音響波形と音響波形との相関関数から、弁（動作部）の異常診断をする場合について説明する。なお基準音響波形と音響波形とを用いる場合には、まず診断の対象とする弁（動作部）のそれぞれが予め正常な状態において得られる音響波形を基準音響波形とし記録し

ておく(図8(A)及び(B)参照)。そしてこの基準音響波形とフィルタ処理信号に含まれる音響波形との比較により、診断の対象とする動作部に異常が発生しているか否かを診断する。具体的には、図8(A)の基準音響波形と図8(C)のフィルタ処理信号中の音響波形との相関関数(音響波形/基準音響波形)を求め、該相関関数から診断の対象とする動作部に異常が発生しているか否かを診断する。例えば、相関関数の振幅が上限と下限の基準閾値を越えた場合に異常と判断し、また相関関数の周期の変化により異常を判断する。

【0029】上記の実施の形態は、本発明を往復圧縮機の弁の異常診断に用いたものであるが、本発明の方法は複数の動作部を有する他の機器の動作部の異常を診断する場合にも当然にして適用することができるものであり、本発明は実施の形態に限定されるものではない。

【0030】

【発明の効果】本発明によれば、音響波形に基づいて診断の対象とする動作部に異常が発生しているか否かを診断するため、複数の動作部の状態を個別に知ることができて、各動作部に異常が発生したか否かを簡単に診断することができる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)は、本発明により動作部の異常診断をする往復圧縮機の構成の概念図を示しており、(B)は1本のシリンダに対して配置される4つのバルブまたは弁(2つの吸入弁と2つの吐出弁)の位置関係を示す概略図である。

【図2】本発明の方法の実施の形態の一例を実施するために用いる装置の構成を概略的に示した図である。

【図3】図3は図1(A)の位置P1にマイクロフォンを設置して同時に4つの弁から発生する音を集音した音響信号をフーリエ変換して周波数軸上のパワースペクトル(音圧スペクトル)として示した図の一例である。

【図4】(A)は、音響信号の一例を示す図であり、

(B)はフィルタ処理により時間軸上に1つの弁から出る音の周波数成分に対応する1種の音響波形AWが明確に現れたフィルタ処理信号の一例を示す図であり、

(C)は、図2の振動検出センサ12~15の出力のうち、図4(B)に示された音響波形AWの発生源となる弁に対応して設けられた振動検出センサの一つの出力即ち振動信号の時間波形を示す図である。

【図5】(1)乃至(9)は、フィルタ処理におけるフィルタの帯域の選択を説明するために用いる波形図である。

【図6】(1)乃至(4)は、それぞれ図2の振動検出センサ12~15から得た4つの弁6~9の近傍から得られた振動信号であり、(5)は、1つの音響信号から得た4つの弁からの音の周波数成分に対応する音響波形を含むフィルタ処理信号の図である。

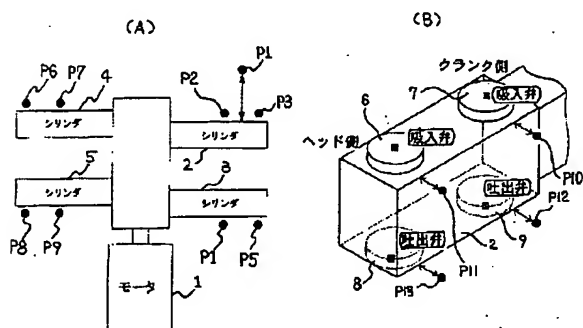
【図7】音響波形を用いて動作部の異常診断をする場合の診断方法を説明するために用いる説明図である。

【図8】(A)乃至(D)は、基準音響波形と音響波形との相関関数から、弁(動作部)の異常診断する方法を説明するために用いる図である。

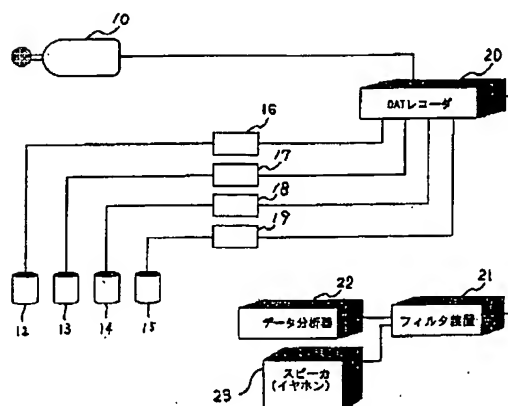
【符号の説明】

- 1 モータ
- 2~5 シリンダ
- 6~9 弁
- 10 マイクロフォン
- 12~15 振動検出センサ
- 20 データレコーダ
- 21 フィルタ装置
- 22 データ分析器
- 23 スピーカ

【図1】



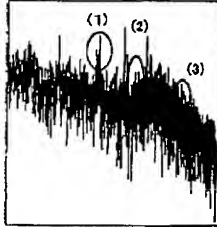
【図2】



(7) 開2002-41143 (P2002-4 継9(A))

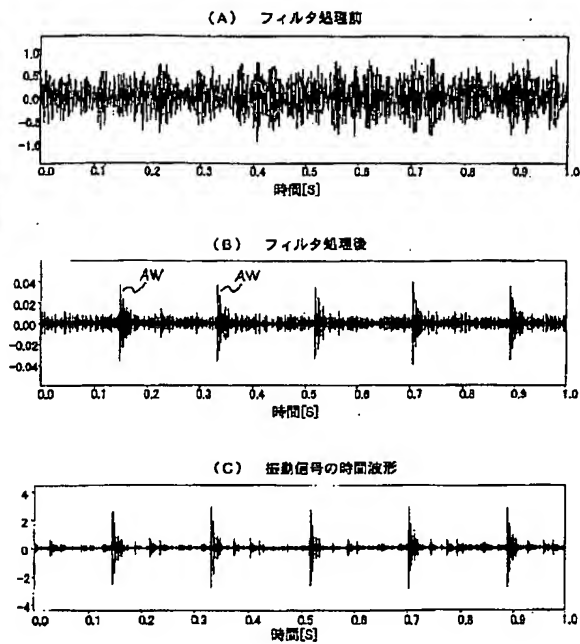
【図3】

シリンダより1m離れた位置における
音響信号のパワースペクトル

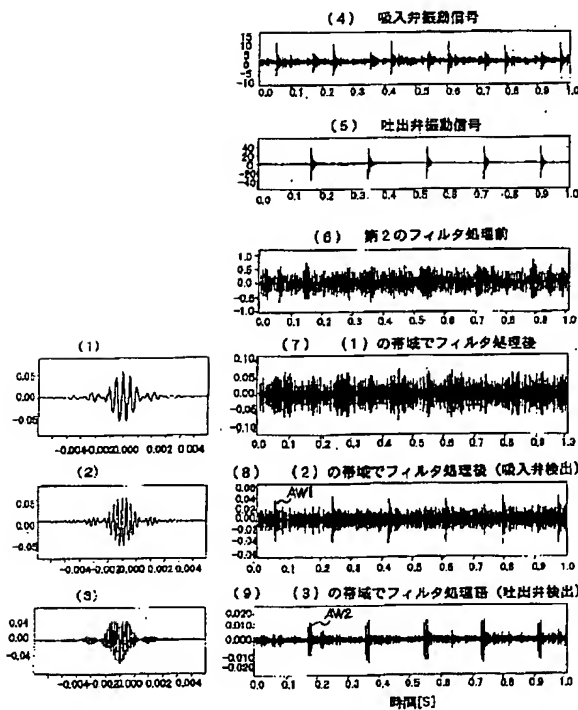


周波数[Hz]

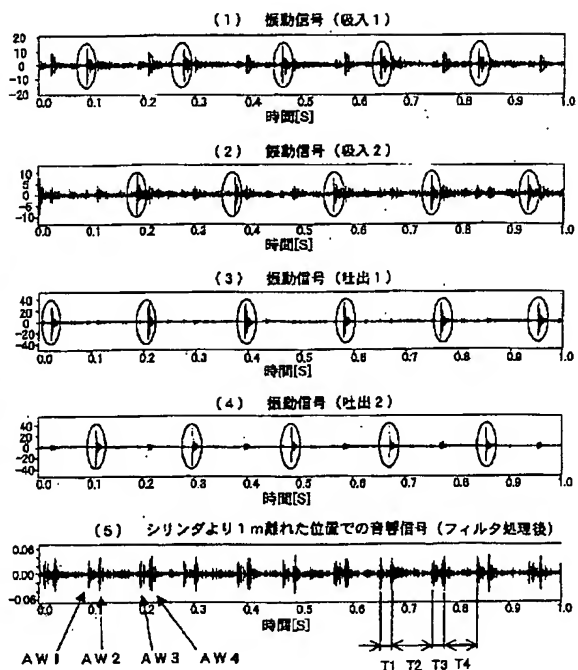
【図4】



【図5】

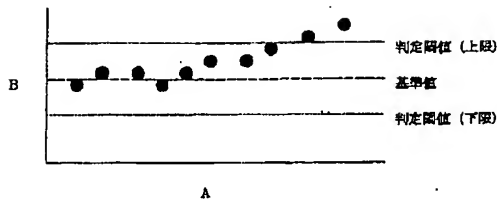


【図6】



(8) 開2002-41143 (P2002-44) 縦

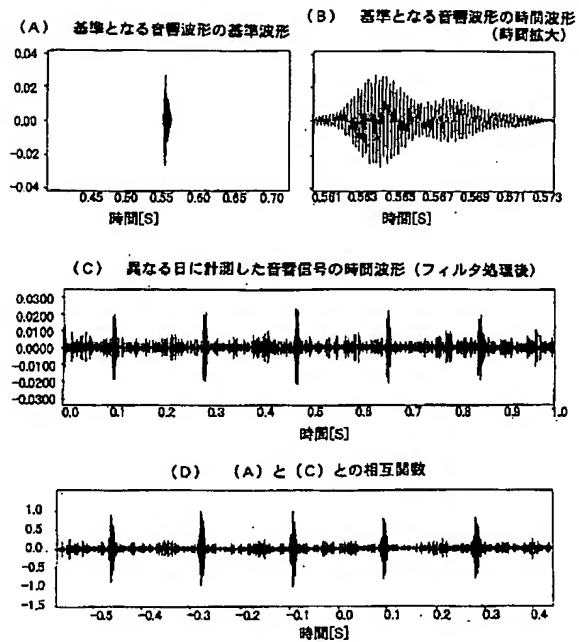
【図7】



A: 音響信号の計測実施日

B: 検出された音響信号の振幅、平均値、ピーク値、必要フィルター帯域幅/遮断周波数の変化、波形の減衰傾向、衝撃的な信号の時間間隔、基準となる信号との相関関係

【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 日置 輝夫
 神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央二丁目12番
 1号 千代田化工建設株式会社内
 (72)発明者 林 慈朗
 神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央二丁目12番
 1号 千代田化工建設株式会社内

F ターム(参考) 2G064 AA01 AB01 AB13 AB22 BD17
 CC03 CC41 CC54
 3H045 AA03 AA12 AA25 BA41 CA22
 EA12 EA17 EA26 EA36 EA38
 FA17 FA23 FA24
 3H065 CA01 CA04
 5H223 AA10 AA15 EE05 EE06 FF04